



UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y AMBIENTALES
MÁSTER EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
PERFIL PROFESIONAL
MEMORIA

Jhoseani León Cardozo

Cádiz, 2014



MÁSTER EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

D./Dña. **Santiago García López**, Tutor Académico del alumno/a **Jhoseani Andreina León Cardozo** en el Curso 13/14 da su Visto Bueno a la presentación de la Memoria del Perfil Profesional titulada: **Prácticas de Empresa en Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía.**

Y para que conste y surta los efectos oportunos firmo el presente en el Campus de Puerto Real a 28 de noviembre de 2014.

VºBº

Fdo:.....

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD Y DE SUS ACTIVIDADES
3. DESCRIPCIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GUADALETE BARBATE
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS
 - 4.1. Actividades formativas
 - 4.2. Incorporación de reglas de operación al modelo de explotación Guadalete-Barbate, para el análisis y mejora de las garantías sobre la base del modelo AquaTool.
 - 4.3. Redacción/revisión de informes, proyectos y otros
 - 4.4. Visitas a infraestructura de la Demarcación Guadalete-Barbate
5. COMENTARIO CRÍTICO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS
6. CONCLUSIÓN Y VALORACIÓN FINAL
7. DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objeto exponer las actividades desarrolladas como prácticas de empresa, durante el curso 2013/14, enmarcadas dentro del Plan de Estudios del Máster en Gestión Integral del Agua de la Universidad de Cádiz. El citado Máster es un título oficial de postgrado impartido en la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, ubicada en el Campus Universitario del Río San Pedro en Puerto Real (Cádiz).

El Máster en Gestión Integral del Agua pone a disposición de los alumnos los conocimientos científicos que explican el ciclo natural del agua, las herramientas tecnológicas para la correcta explotación de los recursos hídricos, las normas legales que regulan este recurso, y los principios éticos que potencian el reparto equitativo del agua.

El objetivo general de Máster es formar expertos en todos los aspectos científicos, ingenieriles y sociales que hacen referencia al agua, de tal manera que estén capacitados para llevar a cabo una gestión de los recursos hídricos de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible y de la justicia social.

El Máster permite a los estudiantes realizar bien sea un perfil investigador o un perfil profesional donde se realizan 300 horas de prácticas entre los meses de julio a noviembre en empresas relacionadas con la gestión del agua.

Las prácticas de empresa de las que se desarrolla la presente memoria se realizaron en la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, bajo la tutoría académica del Dr. Santiago García, y la tutoría de la entidad del Ingeniero Oscar Cortés Oliver. Esta institución tiene como misión desarrollar políticas de aguas adecuadas sobre los principios de sostenibilidad, calidad, garantía de abastecimiento y respeto al medio ambiente en la comunidad Autónoma de Andalucía.

La dependencia donde se desarrollaron las prácticas se encuentra ubicada en Jerez de la Frontera en la Avenida Reina Sofía, antigua Carretera Nacional IV km 637 durante el periodo del 01 de julio de 2014 al 31 de octubre de 2014, en el cual se desarrollaron

las 300 horas de prácticas, específicamente dentro de la Dirección de Infraestructura y Explotación de Agua de la Demarcación Hidrográfica Guadalete y Barbate.

El plan de formación contempla de forma general las siguientes actividades que fueron realizadas durante el desarrollo de las prácticas:

- Análisis y estudio sobre el terreno del borrador de plan de inundabilidad de la cuenca Guadalete y Barbate, desde el punto de vista de los desembalses de presas y valoración de puntos de riesgo.
- Incorporación de reglas de operación al modelo de explotación Guadalete-Barbate, para el análisis y mejora de las garantías sobre la base del modelo AquaTool.
- Apoyo a la revisión de hidrogramas de entrada y gestión de desembalses para la revisión de las normas de explotación de presas actualmente en redacción contratada a empresa especializada.
- Apoyo en la elaboración del informe de auscultación de presas de la cuenca Guadalete y Barbate.
- Apoyo en proyectos varios de la cuenca Guadalete Barbate.

Para poder desarrollar dichas actividades la institución puso a disposición de la autora de esta memoria medios informáticos, material de oficina, vehículo para desplazamiento a las distintas infraestructuras hidráulicas donde se realizaban los proyectos que se abordaron durante las prácticas. Así mismo se contó con el permanente apoyo y ayuda del tutor profesional a través de continuas tutorías y reuniones que aportaron una visión holística de la actividad propia de la Dirección de Infraestructura y Explotación y posibilitaron la adquisición y/o afianzamiento de conocimientos y aptitudes.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD Y DE SUS ACTIVIDADES



CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía asume las competencias en materia de medio ambiente, agua, planificación, ordenación y desarrollo territorial y urbanismo estructurándose en los siguientes órganos de gobierno y gestión:

- Consejería
- Viceconsejería
- Secretaría General Técnica
 - Secretaría General de Gestión Integral del Medio Ambiente y Agua
 - Dirección General de Gestión del Medio Natural
 - Dirección General de Espacios Naturales y Participación Ciudadana
 - Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental
 - Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico
 - **Dirección General de Infraestructuras y Explotación del Agua**
 - Secretaría General de Ordenación Del Territorio y Cambio Climático
 - Dirección General de Urbanismo
- Delegaciones Territoriales de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente
 - Delegación Territorial en Almería
 - Delegación territorial en Cádiz
 - Delegación territorial en Córdoba
 - Delegación territorial en Granada
 - Delegación territorial en Huelva
 - Delegación territorial en Jaén
 - Delegación territorial en Málaga
 - Delegación territorial en Sevilla

- Entidad administrativa
 - Agencia de Medio Ambiente y Agua

Las prácticas fueron desarrolladas dentro de la **Dirección de Infraestructura y Explotación de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate** cuyas funciones que se establecen de forma general en el artículo 30 de la Ley 9/2007, de 22 de octubre, son las siguientes:

a) La planificación, programación, aprobación y seguimiento de los proyectos derivados de la planificación hidrológica y, en general, de las obras hidráulicas de competencia de la Comunidad Autónoma de Andalucía y de aquellas que se realicen sobre el patrimonio adquirido o adscrito, así como la coordinación de los procedimientos en materia de expropiación forzosa en relación con dichas infraestructuras hidráulicas.

b) La planificación, programación, supervisión y seguimiento de la explotación y de los programas de mantenimiento y conservación de las obras hidráulicas.

c) Las actuaciones de conservación de las obras hidráulicas que formen parte del Patrimonio Histórico Andaluz.

d) La aprobación de los documentos relativos a la explotación y seguridad de presas, embalses y balsas de agua, según definiciones del artículo 357 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y modificado por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, de titularidad de la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como la aprobación de sus planes de explotación.

e) La coordinación de los desembalses que con ocasión de avenidas deban adoptarse para salvaguarda de la población y de las infraestructuras, así como la información y asesoramiento a las autoridades competentes en materia de protección civil en las emergencias por inundaciones.

f) El ejercicio de las competencias de la Comunidad Autónoma en materia de seguridad de presas, embalses y balsas de agua, según definiciones del artículo 357 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y modificado por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero.

g) La elaboración de propuestas de planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, el asesoramiento técnico a los municipios que deban contar con planes de emergencia ante situaciones de sequía, así como las propuestas de entrada y salida de los sistemas hidráulicos en aquellas fases que representen restricciones de uso del recurso, sin perjuicio de las competencias de las Entidades Locales.

h) La autorización del régimen adecuado de llenado y vaciado de los embalses y acuíferos, atendidos los derechos concesionales de los distintos usuarios.

i) El establecimiento de los cánones de mejora a solicitud de las Entidades Locales para la financiación de las inversiones en infraestructuras de su competencia.

j) El ejercicio de las competencias delegadas de gestión tributaria y de recaudación en período voluntario del canon de regulación del agua, tarifa de utilización del agua, canon de control de vertido, canon de utilización de los bienes del dominio público hidráulico, canon del trasvase Guadiaro-Majaceite y canon de mejora de infraestructuras hidráulicas. Todo ello, de acuerdo con la disposición adicional quinta de la Ley 23/2007, de 18 de diciembre, por la que se crea la Agencia Tributaria de Andalucía y se aprueban medidas fiscales.

k) La determinación de la cuantía de los cánones y tarifas regulados en el Capítulo III del Título VIII de la Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía.

3. DESCRIPCIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GUADALETE BARBATE

Con fecha 01 de enero de 2006, es transferido a la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente las funciones, medios, servicios y personal de las cuencas hidrográficas del Guadalete y Barbate (Cádiz), gestionadas hasta entonces por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

La Demarcación Guadalete Barbate cuyo ámbito territorial se describe a continuación de acuerdo a lo extraído de su Plan Hidrológico Vigente, forma parte de la cuenca Atlántica Andaluza y constituye la principal fuente de abastecimiento de la provincia de Cádiz.

Según lo dispuesto en el artículo 3 del Decreto 357/2009, la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate:

“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Guadalete y Barbate e intercuencas entre el límite de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y el límite con la cuenca del Guadalquivir, así como, las aguas de transición a ellas asociadas.

Las aguas costeras comprendidas en esta demarcación hidrográfica tienen como límite oeste la línea con orientación 244° que pasa por la Punta Camarón en el municipio de Chipiona y como límite este la línea con orientación de 144° que pasa por el límite costero de los términos municipales de Tarifa y Algeciras”.

La Demarcación queda configurada y delimitada por el Valle del Guadalquivir al Norte, el extremo occidental del subsistema subbético en la parte oriental y el océano Atlántico al Sur y al Oeste. La superficie asciende a 5.969 km² que pertenecen en su mayor parte a la provincia de Cádiz (93,9%), con pequeñas fracciones en Málaga (2,7%) y Sevilla (3,5%). Las cotas más altas se presentan en el sector nororiental, en la sierra del Pinar, localizada en el macizo de Grazalema, en las cimas de El Torreón o el Pinar (1.654 m) y de San Cristóbal (1.555 m.s.n.m.) Las zonas de menor altitud se

corresponden con el área de la bahía de Cádiz y la ciudad de Barbate, así como con los sistemas de playas y costas bajas del litoral.

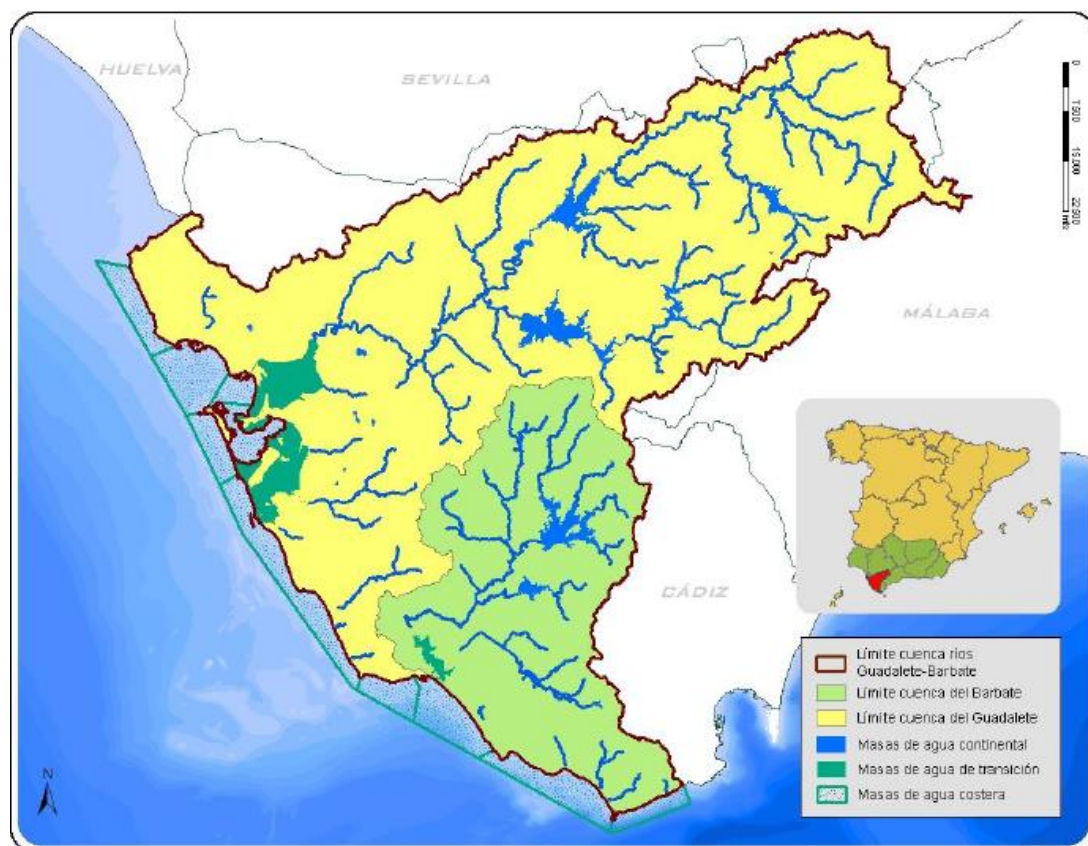


Figura 1. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Guadalete-Barbate

La precipitación media anual en la mayor parte de la cuenca es superior a los 600 mm, aunque debido a las peculiaridades orográficas y geográficas algunas zonas de la Sierra de Grazalema superan incluso los 2.000 mm, mientras que en la zona más occidental de la cuenca escasamente se alcanza los 500 mm. La estacionalidad del régimen pluviométrico muestra que a lo largo del año las lluvias se concentran, principalmente, al final del otoño y en invierno, con descensos importantes durante la primavera y una marcada carencia de precipitaciones durante el periodo estival.

Las temperaturas medias en la franja costera y en el sector más occidental de la campiña jerezana se encuentran entre 18 y 20°C. El descenso de la temperatura hacia el sector oriental está ligado a características geográficas como la cota sobre el nivel del mar y la influencia de éste. Las serranías más altas del noreste presentan las temperaturas medias más bajas, por debajo de los 8°C en los meses de invierno. La

característica influencia del mar provoca que no se registren temperaturas extremas, con suaves oscilaciones entre invierno y verano.

Los principales cursos de agua del Distrito Hidrográfico son el Guadalete, que nace en la Sierra de Grazalema (cuenca de 3.677 km²) y el Barbate, con nacimiento en la Sierra del Aljibe (cuenca de 1.329 km²).

- El río Guadalete, de 157 km. de longitud, recibe diversos afluentes a lo largo de su recorrido, entre los que destacan el río Guadalporcún, el río Majaceite y el arroyo Salado. El Guadalete se encuentra regulado por los embalses de Zahara en cabecera, Bornos y Arcos. El Río Guadalporcún nace en Torre Alháquime, en la confluencia del río Trejo y el arroyo Zumacal. Atraviesa la Reserva Natural del Peñón de Zaframagón formando la llamada Garganta del Estrechón. Aunque no cuenta con ningún embalse en su propio cauce, sus recursos se regulan en Bornos. El Río Majaceite, constituye el principal elemento de abastecimiento de agua de boca del sistema, gracias a los embalses de Hurones y Guadalcacín. Nace en la Sierra de Grazalema y se une al río Guadalete por su margen izquierda al sur del término municipal de Arcos de la Frontera.

- El río Barbate discurre con dirección norte-sur, recibiendo por su margen izquierda a los ríos Celemín y Almodóvar, estando los tres ríos regulados por sus embalses homónimos, que se construyeron con la finalidad principal de desarrollar el regadío en la zona de la Janda. El embalse Almodóvar sirve también de abastecimiento a la ciudad de Tarifa.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos hídricos la demarcación se subdivide en 4 regiones:

- Alto Guadalete, Zona que comprende la zona de cabecera del río Guadalete, hasta el embalse de Bornos y donde también se ubica el embalse Zahara.
- Bajo Guadalete, desde el embalse de Bornos hasta la desembocadura del río Guadalete en el océano atlántico, sin incluir la cuenca del Majaceite.

- Majaceite, en esta zona se incluye la cuenca del río Majaceite, hasta su desembocadura en el río Guadalete. Este río se encuentra regulado por los embalses de Hurones y Guadalcacín. En esta cuenca tiene lugar la entrada de los recursos procedentes del trasvase del Guadiaro. La gran importancia de esta zona radica en que con los recursos propios, y los del trasvase, se satisface la gran mayoría de las demandas urbanas de la Demarcación del Guadalete y Barbate.
- Barbate ya descrito anteriormente.

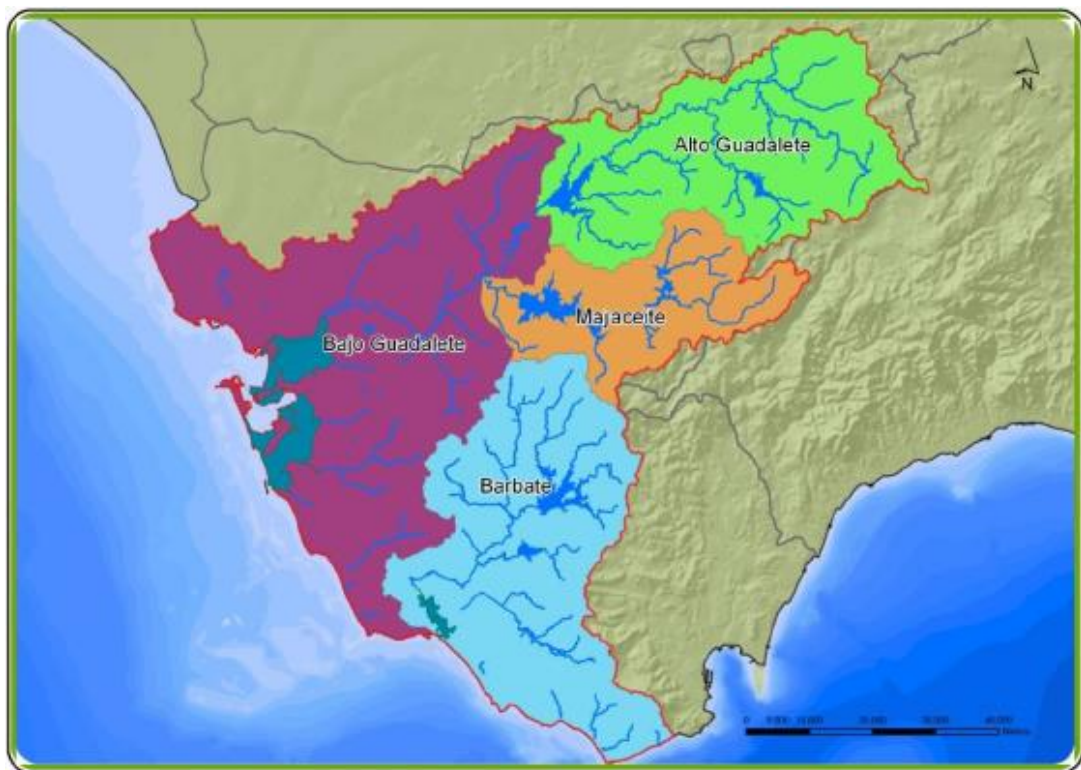


Figura 2. Zonificación de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Guadalete-Barbate

Los usos agua en la demarcación incluyen: abastecimiento urbano que constituye aproximadamente el 25% de la demanda total, regadíos siendo el principal tipo de uso ocupando casi un 70% de la demanda total, uso industrial para generación de energía, recreación, maricultura, pesca y marisqueo y extracción de sal.

Las masas de agua subterránea de la demarcación se muestran en la Figura 3, algunas de las cuales son utilizadas para regadío y abastecimiento urbano de los poblados ubicados en la parte alta de la demarcación.

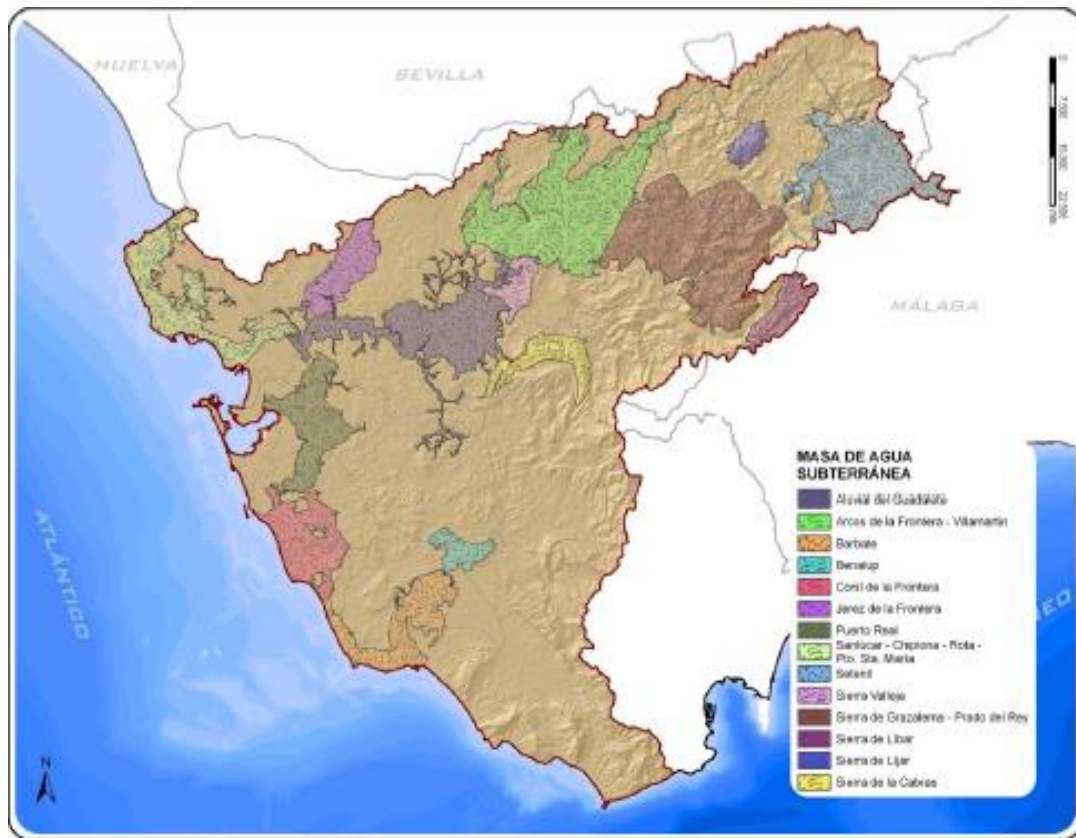


Figura 3. Masas de agua subterránea en la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Guadalete-Barbate

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1. Actividades formativas

4.1.1. Lectura de los documentos relacionados con las actividades a realizar:

- *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate*, documento orientado a la gestión integrada y la protección a largo plazo de los recursos hídricos, prevención del deterioro del estado de las aguas, protección y mejora del medio acuático y de los ecosistemas acuáticos y reducción de la contaminación. Entre sus objetivos también se encuentra el paliar los efectos de las inundaciones y sequías. El contenido del Plan Hidrológico del Guadalete-Barbate se compone de memoria, normas, conjunto de programas y estudios, catálogo de infraestructuras y evaluación económica de la realización de medidas previstas.
- *Plan Especial de Sequía Distritos Hidrográficos Guadalete-Barbate y Tinto-Odiel-Piedras (Cuenca Atlántica Andaluza)*, que tiene como objetivo minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía y contiene: Análisis de recursos hídricos, Estudio de usos y demandas de agua, Caracterización y análisis de sequía histórica, Indicadores hidrológicos, Determinación del Plan Especial de Actuación, Conexión con el Plan de Emergencia para Sistemas de Abastecimiento Urbano.
- *Propuesta de Estimación de Umbrales de Prealerta, Alerta y Emergencia de los Sistemas Guadalete y Barbate*, documento que presenta una propuesta de umbrales de sequía para su inclusión en la revisión del Plan Especial de Actuación en situaciones de Alerta y Eventual Sequía, para ello se dividió la demarcación en 3 subistemas de acuerdo al sistema de abastecimiento y forma de explotación:

- Guadalete: donde los umbrales se establecen de acuerdo al volumen total almacenado en los Embalses Zahara, Arcos-Bornos, Hurones y Guadalquivir.
 - Barbate: donde los umbrales se establecen de acuerdo al volumen total almacenado en los embalses Barbate y Celedón.
 - Almodóvar: donde los umbrales establecidos son aplicados al volumen almacenado en este embalse.
- *Manual de Usuario de AquatoolDMA*, documento diseñado para orientar al usuario del interface del programa en su manejo.
 - *Manual de usuario Modelo SIMGES*, donde se desarrolla el funcionamiento interno de este modelo de gestión de agua de los elementos esquematizados en el AquaToolDMA.
 - *Hidrogramas de entrada de los embalses de Guadalquivir, Arcos, Bornos, Zahara y Hurones*; elaborados para el estudio de caracterización de avenidas en la cuenca del Guadalete-Barbate y estudio Hidráulico de los ríos Guadalete y Barbate para la determinación de la zona de dominio público y de las zonas inundables, incluye los hidrogramas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 bajo régimen natural y régimen de embalses con caudal de salida limitado y no limitado.
 - *Pliego de bases para la contratación de un servicio para la explotación de las centrales hidroeléctricas de los embalses de los Hurones y Bornos.*
 - *Oferta técnica para trabajo de revisión y puesta a punto de los Grupos 1, 2 y 3 de la Central Hidroeléctrica de Los Hurones-Cádiz.*

4.1.2. Asistencia a cursos

Asistencia a curso organizado por los directores de infraestructura y explotación de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate y Campo de Gibraltar (correspondiente al Distrito Hidrográfico Mediterráneo y que abastece a la ciudad de Algeciras), dirigido al personal que trabaja en las presas de campo de Gibraltar. Estos cursos tienen como objetivo brindar a los trabajadores de las presas una visión global del propósito y funcionamiento del sistema. El curso se encuentra dividido en módulos, de los cuales se asistió al último, dividido en 2 partes, la primera sobre la auscultación de las presas, a cargo de la empresa especializada EPTISA, la segunda sobre la vigilancia, conservación y mantenimiento de presas a cargo de los directores de infraestructura y explotación.

4.1.3. Asistencia a la presentación del estudio de inundabilidad de la cuenca del Guadalete.

La necesidad de la elaboración del estudio de inundabilidad de la cuenca del Guadalete parte de los eventos de lluvia acaecidos entre diciembre de 2009 y febrero de 2010 durante los cuales varias zonas tanto urbanas como agrícolas de la cuenca se vieron afectadas por inundaciones. En este estudio elaborado por el Ingeniero Francisco Segovia, profesor de la Universidad de Sevilla, se determinaron las zonas inundables sobre el río Guadalete para distintos periodos de retorno desde 2 hasta 1000 años. En esta reunión se realizó una presentación preliminar del estudio previo a las jornadas de inundabilidad a realizarse el día 03 de octubre en el Campus de Jerez de la Universidad de Cádiz. Este estudio constituye el primer paso para la adaptación de una serie de medidas estructurales y no estructurales para la protección de asentamientos ubicados en las márgenes del río Guadalete. Este estudio además se está utilizando como base para la revisión de resguardos y normas de explotación de presas de la cuenca del Guadalete.

4.2. Incorporación de reglas de operación al modelo de explotación Guadalete-Barbate, para el análisis y mejora de las garantías sobre la base del modelo AquaTool.

El programa AquaTool es un sistema soporte de decisión en materia de planificación de recursos hidráulicos desarrollado por el Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

La interfaz de usuario AquaToolDMA es el componente principal de AquaTool para el diseño de Sistemas de Apoyo a la Decisión específicos de una cuenca o un Sistema de Recursos Hídricos. AquaToolDMA es la interfaz para el desarrollo de esquemas de trabajo y la gestión de datos y resultados. Desde este se controla diversos módulos de análisis de sistemas que ayudan a la planificación y gestión de sistemas de recursos hídricos. Los módulos de análisis son SIMGES, que modela la cantidad de recurso y GESCAL que modela la calidad del recurso. Durante el desarrollo de las prácticas se trabajó con el modelo SIMGES.

El modelo SIMGES es un modelo general para la Simulación de la Gestión de Cuencas, o sistemas de recursos hidráulicos complejos, en los que se dispone de elementos de regulación o almacenamiento tanto superficiales como subterráneos, de captación, de transporte, de utilización y/o consumo, y de dispositivos de recarga artificial.

La simulación se efectúa a nivel mensual y reproduce el flujo del agua a través del sistema. Para los subsistemas superficiales el flujo es calculado simplemente por continuidad o balance, mientras que para los subsistemas subterráneos o acuíferos el flujo es simulado mediante modelos de celda, uní o pluricelulares, según convenga, o incluso mediante modelos distribuidos de flujo lineal. Se tiene asimismo en cuenta en la simulación las pérdidas por evaporación y filtración en embalses y cauces, así como las relaciones entre aguas superficiales y aguas subterráneas.

La gestión de los recursos hidráulicos se efectúa mediante reglas de operación tendentes a mantener un nivel similar de llenado en los embalses a partir de unas curvas de zonado de embalse. Dichas curvas son las reglas de explotación propiamente dichas y son suministradas por el usuario del modelo. Se admite la definición de caudales mínimos ecológicos, así como de diferentes prioridades de los usuarios para el aprovechamiento del agua.

La simulación y gestión del sistema superficial se efectúan a un tiempo mediante el uso de un algoritmo de optimización de redes de flujo conservativo. Dicho algoritmo se encarga de determinar el flujo en el sistema tratando de satisfacer al máximo los objetivos múltiples de minimización de déficits, y de máxima adaptación a las curvas de volúmenes objetivos de embalse y objetivos de producción hidroeléctrica.

Los resultados del modelo incluyen la evolución de todas las variables de interés a nivel mensual, a nivel anual, valores medios del período de simulación, así como garantías. Todo ello permite que el modelo pueda ser utilizado, entre otras finalidades para:

- Determinar las garantías que se obtienen para distintas hipótesis de infraestructura y de evolución de demandas, así como para distintas reglas de explotación de la cuenca.
- Determinación de reglas de explotación más adecuadas para unos niveles exigidos de garantías.
- Determinación de beneficios o perjuicios derivados de la alteración de prioridades de usos del agua.
- Determinación de capacidades de embalse, de conducciones, y de instalaciones de bombeo para unos niveles de demanda y de garantía dados.

Este programa es utilizado en España por los organismos de cuenca, no siendo la excepción la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate, donde se cuenta con un modelo que incluye los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos de la misma, así como la infraestructura de regulación conformada por 8 embalses, 5 en la cuenca del Guadalete y 3 en la cuenca del Barbate, y las demandas asociadas: urbana, agrícola, recreacional e industrial, como se muestra en la Figura 4.

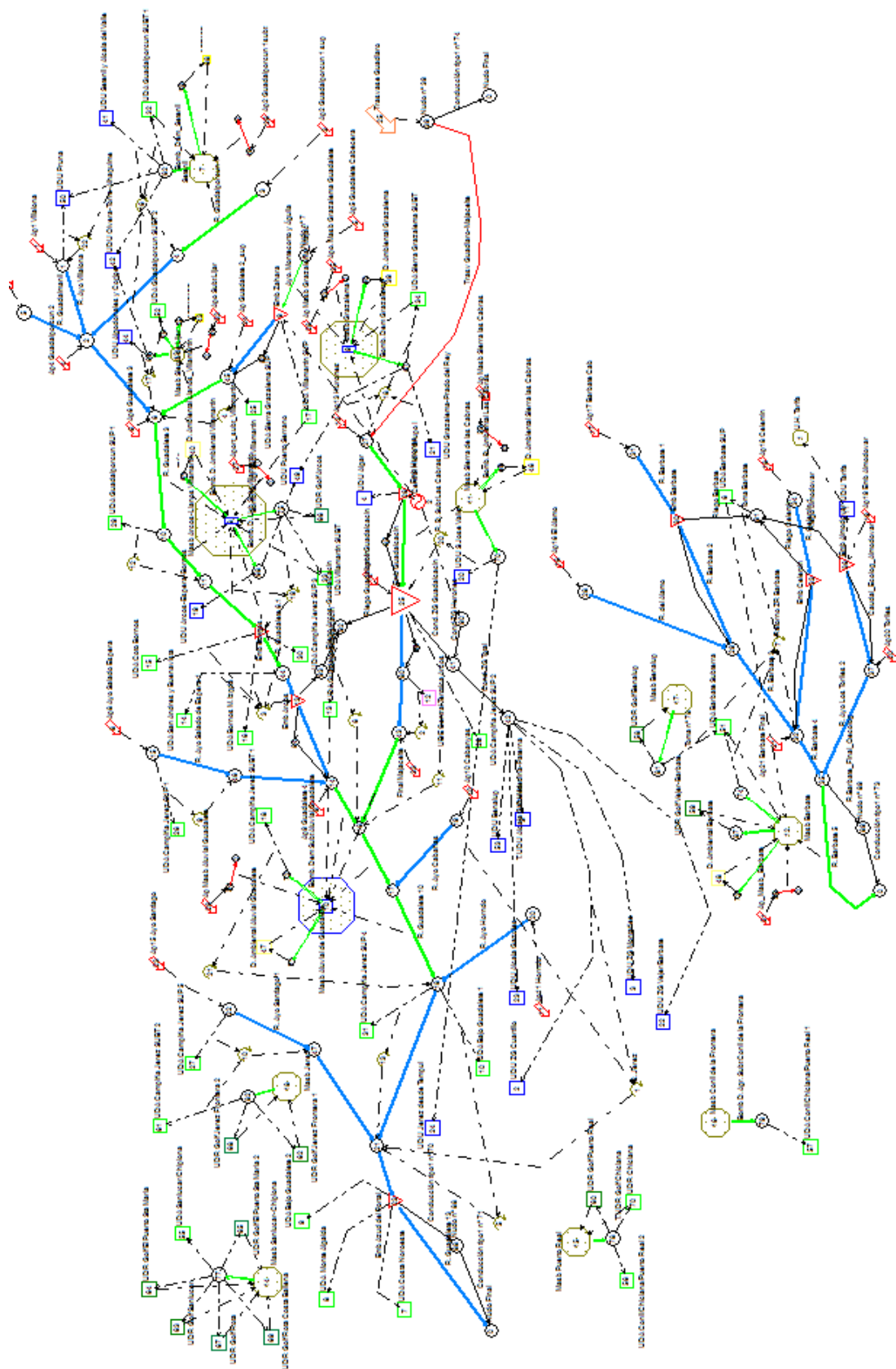


Figura 4. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA

Con el propósito de trasladar la utilización del modelo desde la entidad de planificación a la de explotación se realizaron las siguientes modificaciones al modelo de manera de adaptarlo a dicho propósito:

- Incorporación de las reglas de operación del trasvase Guadiaro-Majaceite.

Descripción de la conducción (Tipo 1)

Nombre:

SimGes

Caudales (Hm³/mes)

Mes	Mínimo	Mes	Máximo
Octubre	0	Octubre	77.76
Noviembre	0	Noviembre	77.76
Diciembre	0	Diciembre	77.76
Enero	0	Enero	77.76
Febrero	0	Febrero	77.76
Marzo	0	Marzo	77.76
Abril	0	Abril	77.76
Mayo	0	Mayo	77.76
Junio	0	Junio	77.76
Julio	0	Julio	77.76
Agosto	0	Agosto	77.76
Septiembre	0	Septiembre	77.76

Coste del tramo

☒ No Coste

☐ Coste unidad o by pass

☐ Coste elección usuario

Coste del flujo:

Número de prioridad caudal mínimo:

Nivel de fallo mensual (%):

Vol. Máx. Anual

☐ Ilimitado

☒ Limitado:

Regla de operación

☐ Sobre máximo anual

☒ Sobre máximo mensual

☐ Sobre máximo anual y mensual

☐ Sobre mínimo mensual

Figura 5. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA, reglas de operación del trasvase Guadiaro Majaceite

- Revisión de resguardos de seguridad de las presas y curvas características.
- Incorporación de las cotas de las distintas tomas de los embalses.
- Actualización de datos de demandas urbanas y agrícolas con la media del abastecimiento de los últimos 5 años.
- Incorporación de reglas de operación de embalses respecto al abastecimiento a la comunidad de regantes de Guadalquivir y a la Zona Gaditana.

Descripción de la toma

Nombre: IT. UDA Villamartin SUP

SimGes

Mes	Hm³
Octubre	0,092
Noviembre	0
Diciembre	0
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	0,952
Julio	1,332
Agosto	3,439
Septiembre	3,948

Número de prioridad: 3

Regla de operación: Nueva... PES Guadalete UDA

☐ Sobre caudal anual ☒ Sobre caudal mensual

Dotación anual: 9,763

Coef. de retomo (entre 0-1): 0

Coeficiente de consumo: 0,9

Elemento retomo: (Ninguno)

Cota de toma: 318

Aceptar Cancelar

Figura 6. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA, cota de toma

Reglas de Operación

Reglas de operación

- PES SistGuadalete Caudal Ecologico
- Qecolog_Barbate
- Qecolog_Almodovar
- Reserva Almodovar
- Guadalcacin desde Bomos
- PES Guadalete UDA
- PES Barbate UDA
- Cota toma Barbate
- Cota toma Riego Guadalcacin
- Cota de toma Arcos
- Cota toma Hurones

Nuevo... Editar... Eliminar...

Aceptar Cancelar

Figura 7. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA, reglas de operación

- Incorporación de restricciones a demandas agrícolas según umbrales de prealerta, alerta y sequía de acuerdo al plan especial de sequía.

- Actualización de umbrales de alerta de sequía en normas de operación de caudales ecológicos.

Volumen	Coeficiente
0	0,4
245,24	0,4
245,25	0,2
481,26	0,2
481,27	0
787,43	0

Figura 8. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA, restricciones a Unidades de Demanda Agrícola

Volumen	Coeficiente
0	1
481,26	1
481,27	0
1000	0
*	

Figura 9. Modelo de la Demarcación Guadalete-Barbate en AquatoolDMA, umbrales de alerta de sequía

- Revisión de datos de tasa de evaporación en embalses incorporados al modelo en función a registros de evaporación medida y de pérdidas las cuales son consideradas en el modelo en este apartado.
- Creación de distintos escenarios de explotación para la predicción del comportamiento del recurso según el año hidrológico.

4.3. Redacción/revisión de informes, proyectos y otros

4.3.1. Actualización de la curva característica del embalse Guadalacacín de acuerdo a datos de modelo de elevación digital.

A partir de los datos derivados de un modelo de elevación digital se actualizó la curva característica del embalse Guadalacacín a partir de 95 m, cota desde la cual se tiene la información en el MED, manteniendo los datos que se venían manejando por debajo de dicha cota. De esta forma se tienen datos de la curva más aproximados al estado actual del embalse que permitan su correcta operación así como estimar los recursos con los que se cuenta.

4.3.2. Elaboración de informe de curvas características de los embalses de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

Se elaboró un informe donde se reflejara las principales características de los embalses de la demarcación así como las curvas características de los mismos, de cara a un posible estudio de sedimentación a realizar en Convenio con la Universidad de Cádiz. El informe se elaboró con base en la ficha característica de cada presa elaborada para el informe de seguridad de presas y embalses en el año 2002.

4.3.3. Elaboración de informe de avenidas recientes en el embalse de Bornos

Debido a las condiciones particulares de la cuenca del embalse de Bornos y del propio embalse, se elaboró un informe que caracterizara de forma general las principales avenidas ocurridas en el embalse desde el año 1996 hasta la actualidad. Dicha caracterización incluyó datos de precipitación y aportación a nivel anual, mensual, diario y horario así como también de desembalses realizados y las gráficas correspondientes a la laminación de las avenidas. También se realizó una comparación de dichas avenidas con las presentadas en el informe: *“Nota sobre las máximas avenidas previsibles del río Guadalete en el embalse de Bornos”*, elaborado en 1977, donde se describen las principales avenidas que se tenían registradas en el sitio del embalse hasta el momento de la elaboración del informe.

Los datos hidrológicos fueron extraídos del Sistema Automático de Información Hidrológica del Guadalquivir. De igual forma se utilizaron informes de las avenidas máximas laminadas suministrados por el jefe de presa del embalse de Bornos.

4.3.4. Apoyo en la revisión de informes: Informe de Seguridad de Presas del Embalse de Bornos, : Informe de Seguridad de Presas del Embalse de Arcos, Informe Anual del Embalse de Bornos, Informe Anual del Embalse de Arcos, Actualización del archivo XYZT del embalse de Bornos, Actualización del archivo XYZT del embalse de Arcos.

Para la elaboración de dichos informe la consejería contrató a empresa especializada bajo el asunto: *“Revisión/redacción de normas de explotación en presas. Expediente de encomienda de gestión para la optimización, mejora y modernización de las presas del Distrito Hidrográfico del Guadalete-Barbate. Provincia de Cádiz”*, siendo competencia de la Dirección de Infraestructura y Explotación de Agua la revisión de los mismos, para lo cual se prestó apoyo.

Los informes de seguridad de Presas son una herramienta fundamental para el mantenimiento de la infraestructura, por un lado de la presa y sus estructuras conexas que resulta fundamental dada la envergadura de la estructura y por otro de los equipos electromecánicos y de auscultación así como las instalaciones de operación, que garantizan de forma general el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua e hidroeléctrico. En este informe se reflejan las propuestas de actuación derivadas de los estudios e inspecciones realizadas con su debido presupuesto, estas propuestas están categorizadas según su importancia de cara a garantizar la seguridad.

Los informes anuales permiten mantener un registro de lo sucedido en el año hidrológico en el embalse, enlazándose con los registros históricos. Sirve de ejemplo y como referencia para una posible mejora de su explotación y mantenimiento. Aquí se destacan las situaciones de avenida y sequía con su caracterización, forma de operación y secuelas.

Los informes XYZT de presas tienen recopilada información histórica de las presas, especialmente aquellas que al ser muy antiguas no cuentan con un registro sistemático desde su diseño, ejecución de obra, llenado y puesta en operación.

La labor consistió en la lectura completa de los mismos constatando que cumpliera con los contenidos estipulados en la norma y contrato así como la información previa con la que se cuenta de cada embalse. Estos informes constituyen la primera entrega realizada por la empresa contratada razón por la que de los ocho embalses de la Demarcación solo se mencionan los correspondientes a los embalses de Bornos y Arcos.

4.3.5. Elaboración de la curva de descarga del desagüe para caudal ecológico del embalse de Arcos

Conociendo las características hidráulicas del embalse y de la toma se construyó la curva de descarga del desagüe para caudal ecológico de la presa de Arcos para distintas aperturas de compuerta y distintas cotas en el embalse en las que se operará la misma, de acuerdo a los caudales ecológicos fijados en el plan hidrológico de la demarcación. El desagüe está constituido por una tubería de 300 mm, y 6 metros de longitud, se consideraron pérdidas a la entrada, por fricción y en la compuerta en función a distintos porcentajes de apertura y cotas del embalse entre 63 y 69 metros. Estas curvas resultan de especial utilidad cuando no se cuenta con caudalímetros en este tipo de conducciones.

4.3.6. Apoyo en elaboración de informe de estado de la auscultación de las presas de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate para su incorporación a una base de datos

Para el informe de estado de la auscultación de presas de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate para su incorporación a una base de datos y posterior automatización, se realizó la recopilación de la información en concordancia con los jefes de presas quienes realizaron los inventarios correspondientes a los equipos de auscultación instalados en cada presa, así mismo la Consejería cuenta con un registro histórico de los datos tomados por dichos equipos, estos junto con las características principales de los embalses será incorporados a una base de datos que permitirá el tratamiento de los mismos y que puedan ser traducidos de forma rápida y sencilla en información acerca de la seguridad de la presa.

4.3.7. Apoyo en la elaboración del proyecto “Nuevo Acceso Rodado Norte a la Presa Celemín desde la Carretera de la Presa Barbate para Mejoras de la Seguridad”

Este proyecto comprende la definición de las obras necesarias para la puesta en servicio de un acceso rodado, sobre un camino existente que no permite el tráfico, afectado en varios tramos por desaparición parcial de su plataforma por deslizamiento y en general por no disponer de capacidad de soporte del firme primitivo. Las obras consisten en la construcción de un acceso rodado para mejora y adecuación a la Normativa de Seguridad de Presas y Embalses, mediante la ejecución de las obras de firme y pavimento, drenaje, estructuras, señalización, balizamiento y defensas, actuaciones ambientales y medidas correctoras sobre un camino existente de 3500 metros, que no permite un acceso rodado a las instalaciones de la presa. Con esta actuación se conseguirá, una vez efectuadas las obras, asegurar el acceso rodado y en condiciones seguras a las instalaciones del Embalse del Celemín desde dos puntos independientes, tal y como establece la Normativa de Seguridad de Presas y Embalses.

El trabajo realizado en relación a este proyecto consistió en:

- Visitas al sitio.
- Corrección de planos.
- Actualización de cajetines de los planos existentes
- Elaboración de planos nuevos a partir de ortofotos utilizando ArcGIS, estos corresponden a una ampliación del alcance del proyecto a reparaciones en la carretera de la presa Barbate.
- También se realizó actualización de los anejos: cartografía y topografía, geología y procedencia de los materiales, acciones sísmicas, climatología e hidrología y drenaje. En el apartado de drenaje al incorporarse nuevas obras de drenajes que se consideraron necesarias, se determinaron los diámetros de las mismas de acuerdo a la superficie a drenar y a lo estipulado en la normativa correspondiente.

4.3.8. Apoyo en la elaboración del proyecto “Recrecido del Muro de protección de la galería de los desagües de fondo Barbate”.

La presa Barbate es el elemento fundamental del sistema de protección de inundaciones de las zonas regadas y regables aguas abajo, y en particular de la superficie ocupada antiguamente por la Laguna de la Janda, desecada y drenada en la década de los 50.

En el año 1996 tras unas intensas precipitaciones se produjo una gran riada que provocó la inundación de la galería de fondo quedando el nivel del agua a unos 20 cm por debajo del nivel de las compuertas de desagüe. Tras dicho incidente se ejecutó un muro de contención, que en el año 2007 se recreció 80 cm hasta una altura de 1,70 m.

Tras las intensas lluvias del día 31 de octubre de 2008 la zona de La Janda en el ámbito de las presas de Barbate y Celemín sufrió severas inundaciones, tanto es así que el nivel de las aguas superó el muro de guarda de la galería de fondo de la presa al producirse el remanso y recule del agua desde la junta de los ríos de Barbate y El Álamo hasta el muro de la propia galería de fondo, resultando la cota del muro insuficiente provocando el vertido por coronación en el muro y la correspondiente inundación de la galería. En aquella fecha el nivel del agua no llegó hasta las compuertas de los desagües de fondo, al encontrarse estas a una cota superior a la de la galería, pero la diferencia de nivel se aproximó a 1,5 m. lo que hubiera podido impedir la maniobra de los desagües de fondo con el correspondiente riesgo para la seguridad de la presa.

La Revisión del Plan de Emergencia elaborado en el 2002 informaba sobre la necesidad de recrecer el muro de la galería en 2 m.

Por ello y dada la gravedad de los incidentes acaecidos se requiere la ejecución de las obras de sustitución del muro de guarda de la galería de los desagües de fondo por uno de mayor altura, que impida con intensas precipitaciones el vertido por coronación del muro y la correspondiente

inundación de la galería que pueden llegar a impedir la maniobra de los desagües de fondo con el correspondiente riesgo para la seguridad de la presa.

El objeto del Proyecto es la definición de las obras necesarias para la construcción de tres muros de contención de 2,5, 3,5 y 4,5 m de altura, sustituyendo al muro existente, para evitar la inundación de la galería durante avenidas. También se acondicionará el drenaje con la colocación de arquetas y tubos de hormigón para reconducir el agua de escorrentía fuera del punto bajo como es el acceso a la galería de fondo. Posteriormente se procederá a la reposición del pavimento, reconstrucción de alumbrado e instalaciones eléctricas y construcción de una pasarela metálica anclada al muro.

El trabajo realizado en relación a este proyecto consintió en:

- Visitas al sitio.
- Corrección de planos
- Actualización de cajetines de los planos existentes
- Redacción de los anejos: antecedentes, reporte fotográfico, replanteo y topografía, análisis ambiental.

4.3.9. Elaboración de mapa de zonas inundables de la Central Térmica de Arcos

Utilizando el sistema de información geográfica QGIS se elaboró el mapa de las zonas inundables cercanas a la central Térmica de Arcos de acuerdo al estudio de zonas inundables del Guadalete y utilizando las Ortofotos de la Comunidad Autónoma de Andalucía disponibles en el sitio web de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) mediante la herramienta WMS.

4.4. Visitas a infraestructura de la Demarcación Guadalete-Barbate

Durante el desarrollo de las prácticas una de las principales actividades consistió en realizar visitas a las diferentes infraestructuras de la demarcación, principalmente los embalses, para la supervisión e inspección bien sea del estado

de alguna infraestructura en particular o de alguna obra que se encontrara realizándose, esto constituye una de los principales trabajos de la dirección de infraestructura y explotación. Se destacan algunos de los tópicos abordados en las visitas:

- Visita del sitio de obra del proyecto “Nuevo Acceso Rodado Norte a la Presa Celemín desde la Carretera de la Presa Barbate para Mejoras de la Seguridad” para verificar el estado del sitio y actualizar proyecto existente a las condiciones actuales ya que se contaba con un proyecto elaborado en el año 2006 pero las condiciones del acceso han sido modificadas con el paso de los años
- Visita al embalse de Arcos para inicio de trabajos de mantenimiento de compuertas.
- Visita a los conjunto de pozos “Infierno” y “La Zorra” del acuífero Sierra de las Cabras localizados en los parajes de El Parralejo y Fuente Imbro en el Término Municipal de San José del Valle. La visita se realizó con la empresa Inagen y representantes del Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana, donde se trató el proyecto de reposición de cableado que fue robado. Estos pozos constituyen un soporte para el abastecimiento de la Zona Gaditana en casos de emergencia y sequía y actualmente no pueden ponerse en funcionamiento debido a dicho robo.
- Visita el sitio de obra del proyecto “Nuevo Acceso Rodado Norte a la Presa Celemín desde la Carretera de la Presa Barbate para Mejoras de la Seguridad” con el director del Parque de los Alcornocales, durante esta visita el Director de Infraestructura y Explotación expuso las obras a realizar al director del parque para obtener su visto bueno sobre la no afectación al parque por parte de las obras.
- Visita a los embalses Barbate y Celemín para supervisión de trabajos de mantenimiento de tableros eléctricos de las presas.

- Visita al embalse de Bornos para estudiar alternativas de solución para la obra de estabilización del talud del estribo derecho. Los derrumbes en este talud obligaron a la clausura del acceso a la galería de la presa por esta margen. Errores de medición llevaron a la necesidad de buscar una nueva solución al tramo restante de talud, mucho más estable que la parte principal y que quedó fuera de la medición. La solución escogida fue colocar malla similar a la colocada en el tramo adjunto pero sin el geotextil y con mucho menos separación de manera de no permitir el paso de rocas que se desprendan y a su vez con un diámetro menor ya que al ser un tramo más estable de talud no estaría sometido a grandes esfuerzos. En la foto siguiente se observa el avance de los trabajos.

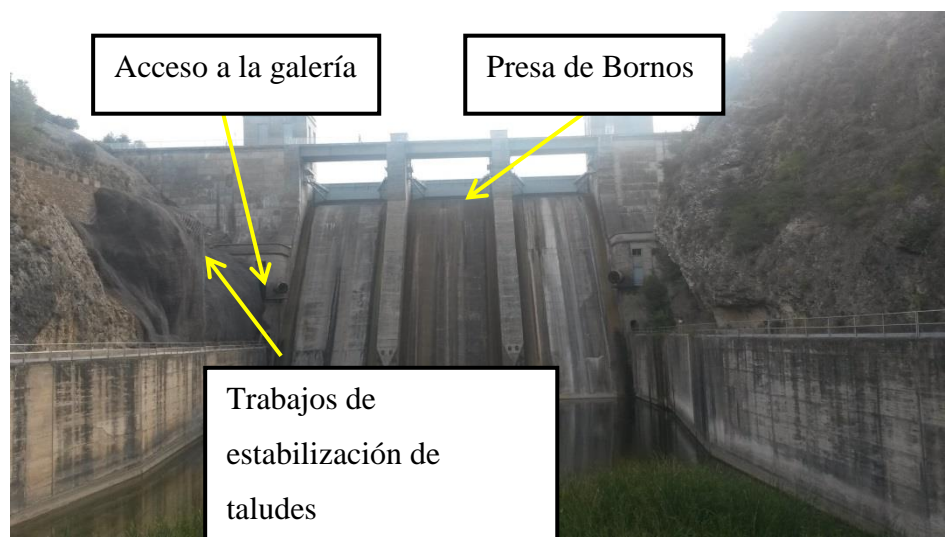


Figura 10. Estabilización del estribo derecho de la presa de Bornos

- Visita a Hurones: el principal propósito de la visita fue supervisar las maniobras de apertura y cierre de compuertas de las tomas de la presa con el objetivo de conocer a que compuerta correspondía cada conducto y así poder aislar cada uno para subsiguientes trabajos subacuáticos de inspección a realizar por empresa especializada. Además se realizó un reconocimiento de las obras de mantenimiento a realizar en la Central hidroeléctrica de los Hurones y del estado de la chimenea de equilibrio de la toma para futuras labores de mantenimiento.



Figura 11. Central Hidroeléctrica de los Hurones Grupos I y II

- Visita al embalse Almodóvar para buscar solución al trazado de tubería a instalar para caudal ecológico y para emergencias. El sitio de ubicación de los conductos a instalar se encontraba limitado por espacio, por las condiciones de humedad que pudieran afectar el correcto funcionamiento del caudalímetro a colocar en la tubería para caudal ecológico y por condiciones necesarias para la adecuada operación de válvulas. Durante la visita se determinó el trazado de la tubería, optando por la colocación de una arqueta para proteger el caudalímetro y una válvula inclinada de fácil acceso para los operadores que al estar inclinada no es lo suficientemente alta como para obstaculizar el tránsito por la galería.
- Visita al embalse de Arcos en coordinación con la empresa especializada EPTISA para obtener presupuesto para la limpieza de drenes del dique collado de la presa e instalación de equipos de auscultación, que no posee la presa. En esta visita se destacó la presencia de vegetación en parte del dique, no concordante con la estación del año, lo que indica sitios preferentes de filtración donde se presenta esta vegetación.

- Visita al canal de Guadalcaacín para supervisar su estado posterior a las lluvias recientes. Se tenía previsto la realización de un corte total de la conducción desde el embalse los Hurones para la realización de trabajos subacuáticos, por lo que se tomaría agua desde el canal de Guadalcaacín pero debido a las lluvias ocurridas la turbidez se incrementó significativamente en el canal lo que impedía la potabilización de esta agua y en consecuencia la posibilidad de realizar el corte. Se tomó como solución realizar desembalses de 3 m³/s para la limpieza del canal y retrasar la realización del corte una semana garantizando que la turbidez del agua en el canal hubiera disminuido hasta límites que permitieran su adecuado tratamiento.
- Visita al embalse Almodovar para la supervisión de trabajos subacuáticos. Dichos trabajos determinaron que la entrada a la toma se encuentra parcialmente obstruida por piedra y lodo. Las primeras 2 inmersiones consistieron en reconocimiento de las condiciones de la entrada de la toma. En las 2 siguientes se cortó la rejilla para poder acceder a la misma constatando que internamente también existía obstrucción. Los trabajos subacuáticos continuaron los 2 días siguientes. Durante la realización de los trabajos, la tubería de abastecimiento a la ciudad de Tarifa perteneciente a la empresa Aqualia presentó una sobrepresión y consecuente rotura debido a que ocurrió retorno de agua desde la tubería y al encontrarse cerrada la válvula de la presa, la tubería llena de aire y con la ausencia de una ventosa, la sobrepresión condujo al fallo. El personal de Aqualia se presentó en las instalaciones de la presa procediendo el día siguiente a realizar las reparaciones que consistieron en un bypass a la tubería ya que el codo donde ocurrió la rotura se encontraba en el espaldón de la presa dificultando la realización de trabajos.
- Visita al embalse de los Hurones para supervisión de trabajos subacuáticos. Los trabajos subacuáticos en el embalse Los Hurones fueron realizados durante cuatro días, asistiendo el segundo y el cuarto. Para el segundo día se había detectado una fisura en la conducción que

se había sospechado debido a un cambio en la tendencia ocurrido en los registros históricos de los análisis realizados por el Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana. También se detectó una zona de debilidad en un codo de la tubería donde no se conoce si se generan pérdidas pero que se proyectaría mejorar para garantizar la seguridad en la conducción. Para el cuarto y último día se estudiaron las alternativas para escudar la toma necesaria para la reparación de la conducción. Así mismo se supervisaron los trabajos de mantenimiento que se encontraban realizándose en la Central Hidroeléctrica allí ubicada.

5. COMENTARIO CRÍTICO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

La realización de prácticas de empresa en la Dirección de Infraestructura y Explotación de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate supuso un gran aprendizaje para mi persona como Ingeniera Civil y estudiante del Máster en Gestión Integral del Agua, ya que me permitió observar de primera mano la gestión del agua a nivel de su explotación, mantenimiento y mejoramiento de la gran infraestructura que lo soporta como son las presas y todas sus estructuras conexas. Además, conté con gran apoyo de parte del personal de la institución en especial de mi tutor en la entidad: el ingeniero Oscar Cortés Oliver, que cuenta con una notable preparación y experiencia, la cual compartió conmigo además de encontrarse siempre disponible para tutorías y aclarar dudas. Al conocimiento técnico se le añade el aprendizaje adquirido en cuanto a gestión de personal, organización y liderazgo por un lado observando al tutor en su trabajo diario y por el relato de sus experiencias.

Las actividades inicialmente previstas fueron desarrolladas sin problemas salvo en aquellos casos en los que la realización del trabajo dependía de las entregas realizadas por empresas especializadas contratadas. Cuando hubo retraso en la entrega, excediéndose el periodo de realización de prácticas, no se pudieron completar hasta el punto que se aspiraba.

A partir de la experiencia adquirida en las prácticas mi sugerencia a los contenidos del Máster es un periodo más amplio de prácticas disminuyendo las asignaturas obligatorias e incrementando las optativas de manera que el aprendizaje pueda adaptarse a los perfiles e intereses de cada alumno, al ser la gestión del agua un campo que abarca una variada gama de profesionales.

6. CONCLUSIÓN Y VALORACIÓN FINAL

Los principales logros alcanzados se desglosan a continuación:

- Amplio aprendizaje del Modelo AquaToolDMA: El conocimiento básico adquirido durante un curso impartido por un profesor de la Universidad Politécnica de Valencia durante el periodo docente del Máster, fue notablemente reforzado y ampliado gracias a la actividad desarrollada en estas prácticas. La disponibilidad del Modelo de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate elaborado por una empresa especializada, permitió abordar aspectos más específicos y adquirir un mejor conocimiento de su utilización. Así mismo condujo a un mejor conocimiento de la infraestructura de explotación y del uso de agua en la Demarcación. Esto de la mano del aprendizaje derivado de la lectura del Plan Hidrológico de la Demarcación y de las conversaciones aclaratorias mantenidas con el Director de Planificación Hidrológica y el Director de Infraestructura y Explotación.

- Los trabajos realizados en relación con la auscultación, permitieron adquirir un conocimiento totalmente nuevo sobre la seguridad de las presas. Al ser las presas grandes infraestructuras sometidas a grandes esfuerzos y almacenando gran cantidad de agua, los equipos de auscultación vienen a ser los indicadores del estado de las mismas. Estos sistemas de auscultación deben adaptarse a las características de la presa, medirse periódicamente y sus mediciones deben ser analizadas concienzudamente, traduciendo las mismas a necesidades de mantenimiento en la presa para que cumplan así su labor en la garantía de la seguridad. El estado de la auscultación de las presas de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate es variado, desde aquellas que cuentan con poco o ningún tipo de medición hasta la que tienen una amplia gama de equipos como limnímetros, infiltrómetros, péndulos, ternas, entre otros. La Dirección de Explotación se encuentra prestando especial atención a atender la necesidad de auscultación en las presas, especialmente en aquellas que carecen de los equipos necesarios y al análisis de los datos derivados de los mismos para convertirlos en una

herramienta para la explotación y cumplir también con las normativas que se encuentran pendientes de aprobación relacionadas a la seguridad de presas.

- Respecto a las visitas a los embalses fue una experiencia sumamente positiva, desde mi formación como ingeniera civil y siendo la misma formación de mi tutor profesional, el aprendizaje del funcionamiento hidráulico de las presas y sus estructuras conexas: aliviadero, estructuras de disipación, obras toma además de su operación y mantenimiento, resultó de especial interés. Al ser infraestructuras de gran magnitud, poco comunes y cuyo acceso al público se encuentra restringido, tener la oportunidad de conocer las instalaciones y adquirir conocimientos del director de explotación y los jefes de presa resultó una valiosa experiencia.

- Cuando se es líder en una organización el manejo de personal resulta clave para el adecuado funcionamiento de la empresa, si bien existen cursos especializados en estos temas desde el punto de vista gerencial no he tenido oportunidad de acceder a alguno; durante el desarrollo de las prácticas fueron muchas las experiencias compartidas por el tutor relacionados a este aspecto, resaltando su importancia cuando se habla de explotación de presas ya que son infraestructuras de alto costo que constituyen la base de un servicio sumamente importante como lo es el abastecimiento de agua y de la distancia geográfica a la que se encuentran, incrementando la importancia del trabajo en equipo y comunicación efectiva entre los distintos involucrados en la explotación.

- Los trabajos relacionados con estudios de avenidas e inundaciones fueron de diversa índole como se desarrollan en el apartado de actividades realizadas. La gestión de cara a inundaciones constituye la otra cara de la gestión de agua y donde deben encajarse la explotación de embalses, la ordenación del territorio y la construcción de infraestructuras de protección, requiriendo por un lado la realización de estudios hidrológicos de considerable magnitud y por otro conciliar el conocimiento que aporten los

misimos con los usos del suelo y la ciudadanía, ambos aspectos complejos y que requieren de la atención de las autoridades.

- Otros trabajos realizados que brindaron una gran experiencia y aprendizaje fueron: la colaboración prestada en la redacción de proyectos, la asistencia a reuniones y visitas de inspección donde se daba soluciones a problemas técnicos específicos, las reuniones sobre gestión de presupuesto de las presas donde se deben asignar prioridades a las distintas obras y las distintas presas e infraestructuras.

De todo lo anterior se traduce una valoración general positiva de las prácticas y un valioso aprendizaje que engranó mi formación básica como ingeniera civil y los aspectos abordados en el Máster en Gestión Integral del Agua.

7. DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Álvarez J., Solera A., Capilla J., Ferrer Polo (2014). Manual de Usuario Modelo SIMGES de Simulación de la Gestión de Recursos Hídricos, incluyendo Utilización Conjunta. Universidad Politécnica de Valencia.
- BOE: N° 78 DE 30 DE MARZO DE 1996. Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses.
- Bolinaga J. (1997). Proyectos de Ingeniería Hidráulica Tomo I, Fundación Polar, 977 pp.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2013). Informe de situación y asignación de recursos del Sistema de Explotación Guadalete. (Campaña 2012/2013)
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2013). Propuesta de Estimación de los Umbrales de Prealerta, Alerta Y Emergencia en el Sistema Barbate.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2013). Documento para la implantación del régimen de caudales ecológicos en la Demarcación Hidrográfica Guadalete y Barbate.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2011). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica Guadalete Barbate.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2011). Plan Especial de Sequía Distritos Hidrográficos Guadalete-Barbate y Tinto-Odiel-Piedras (Cuenca Atlántica Andaluza). Informe Inédito.
- Norma Técnica de Seguridad para la Explotación, Revisiones de Seguridad y Puesta Fuera de Servicio de Presas y Embalses.
- Proyectos y Servicios S.A. (2002). Informe de la 1ª revisión de seguridad de la presa y el embalse de Arcos.
- Proyectos y Servicios S.A. (2002). Informe de la 1ª revisión de seguridad de la presa y el embalse Bornos.

- Proyectos y Servicios S.A. (2002). Adaptación de las normas de explotación de la presa de Arcos de la Frontera a los resultados de la revisión y análisis de seguridad y de los planes de emergencia de las presas de Arcos y Arcos-collado
- REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Solera A., Paredes J., Álvarez J. (2014) Manual de Usuario AquaToolDMA. Entorno de desarrollo de sistemas de ayuda a la decisión en materia de planificación de la gestión de cuencas hidrográficas incluyendo utilización conjunta y criterios de calidad de aguas. Universidad Politécnica de Valencia.